

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



El Uso de Portainjertos en la Producción de Pimiento Morrón (*Capsicum annuum* L.) Cultivado en Suelo en Invernadero de Mediana Tecnología

Por:

JOSÉ MANUEL PÉREZ PÉREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2019.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

El Uso de Portainjertos en la Producción de Pimiento Morrón (*Capsicum annuum* L.) Cultivado en Suelo en Invernadero de Mediana Tecnología

Por:

JOSÉ MANUEL PÉREZ PÉREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Neymar Camposeco Montejo

Asesor Principal



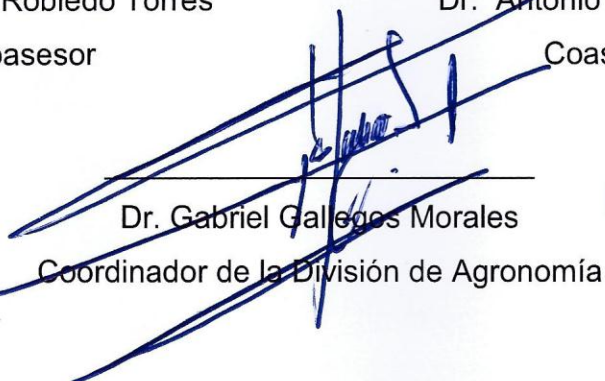
Dr. Valentín Robledo Torres

Coasesor



Dr. Antonio Flores Naveda

Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México.

Mayo 2019.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	4
ÍNDICE DE GRAFICAS	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimientos	7
1. RESUMEN	8
2. INTRODUCCIÓN	10
2.1. Objetivos específicos	12
Hipótesis.....	12
3. REVISIÓN DE LITERATURA	13
3.1. Importancia del cultivo del pimiento a nivel mundial	13
3.2. Importancia económica del pimiento morrón en México	13
3.3. Origen.....	14
3.4. Clasificación taxonómica y descripción botánica.....	14
3.5. Descripción botánica	15
3.5.1. Sistema radicular.....	15
3.5.2. Tallo.....	15
3.5.3. Hojas.....	15
3.5.5. Fruto.....	15
3.5.6. Semillas.....	15
3.6. Requerimientos edafológicos y climáticos.....	16
3.6.1. Suelo.....	16
3.6.2. Temperatura.....	16
3.6.3. Humedad relativa.....	16
3.6.4. Luminosidad	16
3.7. Requerimientos hídricos de la planta.....	17

3.8. Necesidades nutrimentales del pimiento morrón	17
3.9. Importancia de la nutrición	18
3.10. El uso de injerto a nivel mundial.....	20
3.11. Importancia derivados al usar injertos en hortalizas.....	20
3.12. Beneficios al usar injertos en el cultivo de chiles.....	21
3.13. Importancia del injerto en pimiento morrón	22
3.14. Tipos de injertos utilizados en hortalizas	23
3.14.1. Injerto de aproximación.....	23
3.14.2. Injerto de púa o hendidura	24
3.14.3. Injerto de empalme.....	25
3.15. Factores que influyen en la unión del injerto	26
3.15.1. Temperatura:	26
3.15.2. Humedad:	26
3.15.3. Zona de contacto:.....	26
3.15.4. Compatibilidad:.....	27
3.15.5. Oxígeno:.....	27
3.15.6. Actividad de crecimiento del patrón:	27
3.15.7. Técnicas de injerto:	27
3.15.8. Contaminación con patógenos.....	28
3.16. Tipos de injertos para pimiento morrón.....	28
3.16.1. Injerto de empalme.....	28
3.16.2. Injerto de púa.....	29
4. MATERIALES Y MÉTODOS	30
4.1. Características de los portainjertos y variedades.....	30
4.1.2. Portainjertos	30
4.1.3. Variedades.....	31
4.2. Siembra de material genético y formación de los injertos	33
4.3. Establecimiento en campo y manejo del cultivo	33
4.4. Mediciones de rendimiento de fruto y sus componentes	34
4.5. Mediciones de calidad de fruto	35
4.6. Análisis estadístico.....	35

5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
5.1.	Rendimiento y componentes de rendimiento por efecto de portainjertos	37
5.2.	Rendimiento y componentes de rendimiento en variedades	40
5.3.	Comportamiento agronómico y calidad de fruto entre portainjertos ..	42
5.4.	Comportamiento agronómico y calidad de fruto de variedades	44
5.5.	Interacción Portainjerto*Injerto	46
6.	CONCLUSIONES	47
7.	LITERATURA CITADA.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento y componentes de rendimiento, evaluados en pimiento morrón cultivado en suelo en invernadero de mediana tecnología.....	36
Cuadro 2. Análisis de varianza para comportamiento agronómico y calidad de frutos evaluados en pimiento morrón cultivado en suelo e invernadero de mediana tecnología.....	37
Cuadro 3. Promedios de rendimiento y componentes de rendimiento de pimiento morrón (Tukey \leq 0.05) para portainjertos	38
Cuadro 4. Promedios de rendimiento y componentes de rendimiento de pimiento morrón (Tukey \leq 0.05) entre variedades.....	40
Cuadro 5. Promedios del comportamiento agronómico y calidad de fruto de pimiento morrón (Tukey \leq 0.05) para portainjertos.	42
Cuadro 6. Promedios del comportamiento agronómico y calidad de fruto de pimiento morrón (Tukey \leq 0.05) para variedades.....	44

ÍNDICE DE GRAFICAS

Figura 1. Promedios de peso promedio de fruto (Tukey \leq 0.05) de los portainjertos y las plantas sin injerto.	39
Figura 2. Promedios de longitud de fruto (Tukey \leq 0.05) de los portainjertos y las plantas sin injerto.....	39
Figura 3. Promedios de toneladas por hectárea (Tukey \leq 0.05) de las variedades.....	41
Figura 4. Promedios de peso promedio de fruto (Tukey \leq 0.05) de las variedades.....	41
Figura 5. Promedios de longitud de hoja (Tukey \leq 0.05) de los portainjertos y las plantas sin injerto.....	43
Figura 6. Promedios de ancho de hoja (Tukey \leq 0.05) de los portainjertos y las plantas sin injerto.	43
Figura 7. Promedios de vitamina C (Tukey \leq 0.05) entre variedades.	45
Figura 8. Promedios de sólidos solubles totales (Tukey \leq 0.05) entre variedades.....	45
Figura 9. Interacción entre portainjerto/variedad para la variable de ancho de hoja.	46

Dedicatoria

Primeramente a Dios por darme salud y bendiciones durante esta etapa de mi vida, que es lo más indispensable para poder cumplir las metas que uno se propone.

Para mi familia que fue el pilar de todos mis planes quienes con constancia y un gran esfuerzo día a día supieron otorgarme un apoyo incondicional sin importar las circunstancias , estuvieron cuando más los necesite, mis padres Moisés Pérez Pérez y Maribel Cruz Pérez, gracias a ellos por darme la vida, a mis abuelos Marina Pérez García y Arturo Pérez Pérez que se dedicaron en apoyarme justamente en las etapas más difíciles de mi vida y darme los consejos más valiosos para tomar buenas decisiones y enfrentarme a la vida, mis tíos Arturo Pérez Pérez y Tania Pérez Trujillo, como también a mis primos Luis y Franco por haberme brindado confianza y apoyarme con palabras de aliento para seguir, Alejandro Pérez Pérez y Roselía Pérez Pérez que han pasado ser como mis hermanos dándome palabras muy valiosas y estar ahí en situaciones difíciles, mis queridas hermanas Blanca Lidia Pérez Pérez y Maidallani Pérez Pérez que son mi motivación a cada día y en apoyarme en todo lo que he requerido para salir adelante, y para mis sobrinas; Keni, Isabela y Alondra.

Mis amigos y primos; Otoniel, Yoan, Bladimir, Derli, Arnoldo y Gustavo quienes estuvieron en el recorrido de esta etapa de mi vida, por apoyarme y motivarme cuando estaba por dejarlo todo, gracias por lo que han contribuido para salir adelante.

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haber impartido sus conocimientos y en la formación de buenos profesionales.

Al Dr. Neymar Camposeco Montejo y al Dr. Valentín Robledo Torres, por su asesoría, correcciones y contribuciones para llevar este proyecto.

1. RESUMEN

En la actualidad los injertos han sido una solución para reducir daños por plagas y enfermedades e incrementar la resistencia a sequías, así como también para mejorar la absorción de agua y nutrientes, buscando mejorar el desarrollo de las plantas y mejorar rendimientos. Los portainjertos deben poseer características de alto vigor en su sistema radicular, lo que permitirá una mejor eficiencia en absorción de agua y nutrientes del suelo, que se verá reflejado en el vigor de la variedad injertada. Es por eso que se planteó como objetivo, evaluar el desarrollo, producción y calidad de frutos de pimiento morrón de cuatro variedades injertadas con tres portainjertos. El estudio se realizó en las instalaciones de un invernadero de mediana tecnología del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, ubicada a 25°21'24.6"Norte 101°02'05.1"Oeste, a 1762 msnm, con precipitación media de 400 mm y una temperatura media anual de 12 a 18° C. La densidad de plantación calculada fue de 36,000 plantas por hectárea. Los portainjertos fueron Foundation F1, Yaocali F1 y CLX-PTX991 F1 (Ultron), y los híbridos injertados fueron Lamborghini, Bambuca, Dicaprio y Ucumari, con una densidad calculada de 36,000 plantas por hectárea, bajo un arreglo experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones, cuyo análisis estadístico (ANOVA $P=0.01$) fue factorial de 4×4 y se realizó con el programa SAS versión 9.1, la comparación de medias fue por Tukey ($P \leq 0.05$).

Los resultados señalan que los portainjertos no influyeron de manera significativa sobre las principales variables agronómicas, aunque el portainjerto Yaocali si influyó sobre el peso promedio de fruto, presentando el mayor valor como con 213 g. Sin embargo aunque no hubo diferencias significativas, el rendimiento debido al portainjerto Ultron, superó en 21.5% a los no injertados. La comparación de medias entre variedades mostró que la la variedad Dicaprio y Lambourghini presentaron los mejores

comportamientos en relación a las variables GFP, NFP y DEF, superando significativamente a Ucumari. Dicaprio alcanzo 90 t.ha⁻¹, y superó a Ucumari en 66%, le siguen Lambourghini y Bambuca con 78.5 y 72.5 t.ha⁻¹ respectivamente. El peso promedio de fruto también fue superior con la variedad Dicaprio con 225.9 g, y superó a Lambourghini en 15.7% y a Ucumari en 26.3%. En cuanto a longitud de fruto destacan Bambuca y Dicaprio con 85.81 y 84.19 mm respectivamente. Para la variable de vitamina C, la variedad Ucumari resulto mejor con 148.83 mg.100g, y destaca por ser de color naranja, el contenido de sólidos solubles totales Dicaprio fue superior con 6.91 °Brix. Para la variable AltP, las mejores variedades fueron Dicaprio y Bambuca con 116.04 y 106.17 cm respectivamente, en cuanto a LH y AH se observó un comportamiento similar en Lambourghini, Dicaprio y Bambuca destacan por ser de color amarillo, el GT y FF, no se encontraron diferencias estadísticas. En el contenido de vitamina C, la variedad Ucumari resulto mejor con 148.83 mg.100g, y destaca por ser de color naranja. Los mejores portainjertos para rendimiento y componentes de rendimiento fueron Ultron y Yaocali, mientras que la calidad de frutos se ve favorecida con el pimiento de color naranja. En base a los resultados obtenidos se puede concluir que la variedad Dicaprio y Lambourghini, son materiales sobresalientes para producción en invernaderos de mediana tecnología. Aunque el uso de portainjertos no influyo sobre el rendimiento y calidad de fruto, probablemente porque no fueron expuestos a suelos con problemas de enfermedades radiculares.

Palabras claves: *Capsicum annuum* L, Variedades, Portainjerto, Vigor, Rendimiento.

2. INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una planta originaria de América, en nuestro país es un cultivo de mucha importancia, debido a que es el centro de origen de cinco especies de *Capsicum* y es donde más especies se han domesticado incluyendo *baccatum*, *chínense*, *frutescens* y *pubescens* y siendo la especie *annuum* y *chinense* los más explotadas por el gran contenido de vitaminas y antioxidantes que poseen (Valverde, 1993). En los últimos años el consumo de hortalizas y frutas tanto frescas como procesadas ha aumentado considerablemente, debido a la preferencia del consumidor por productos con menos grasas saturadas y con mayor contenido de fibra, vitaminas y compuestos asociados a una alimentación saludable. Además de que año con año la población humana crece exponencialmente y por ende la demanda mundial de alimentos, lo que conlleva a buscar mejores métodos de producción que permitan incrementar los rendimientos por unidad de superficie y satisfacer la demanda de un mercado creciente y al mismo tiempo ofertar productos que cumplan con la calidad que demandan los consumidores.

El cultivo del chile (*Capsicum annuum* L.) es una de las ocho hortalizas más producidas en el mundo, de acuerdo con datos de la FAO (2016) más de 31 millones de toneladas de chile en sus distintas variedades son cosechadas en todo el mundo. La producción de chiles en México es de gran importancia tanto que representa el 3.5% del PIB agrícola nacional y el 30% de su producción total se destina al mercado de exportación, siendo Estados Unidos, Canadá y Guatemala los países que más demandan el producto, quedándose EE.UU con más del 70% del producto de exportación, se estima que para 2030 la demanda de exportación se incremente a un ritmo de 6% anual. En 2005 México se ubicó como el segundo país exportador de chile con más de 461,000 t y genero divisas con valor de 300 millones de dólares, mientras que en 2017 ocupó el tercer lugar y las exportaciones fueron de 845,000 t con valor de 560 millones de dólares, lo cual representa un crecimiento de más de 85% en las exportaciones en los

últimos 12 años y las variedades que más se cultivan son; jalapeño, serrano, poblano, pimiento morrón y habanero (SAGARPA, 2017).

Para la producción de pimiento morrón, en México se utilizan generalmente invernaderos de alta tecnología, esto conlleva a un alto costo de inversión, lo que es justificable cuando el rendimiento por unidad de superficie y el precio del producto es elevado y puede pagarse los gastos de inversión. Generalmente el pimiento cultivado bajo invernadero, puede alcanzar un precio hasta 5 veces mejor en comparación con el cultivado a cielo abierto, debido a una mejor calidad y sanidad (Jovicich *et al.*, 2004)

En un principio el propósito del injerto en hortalizas, era evitar enfermedades causadas por parásitos y patógenos del suelo como *Verticillium*, *Fusarium*, *Phytophthora*, *Ralstonia*, Nemátodos etc. (Louws *et al.*, 2010; Rouphael *et al.*, 2010), hoy en día el injerto también es utilizado para eludir problemas de estrés abiótico (Penella *et al.*, 2017; Oztekin *et al.*, 2007), incrementar rendimientos, mejorar calidad del fruto, extender el tiempo de cosecha, así como reducir aplicaciones agroquímicas (Colla *et al.*, 2010; Schwarz *et al.*, 2010), además de mejorar la calidad comercial de los frutos (Bahar *et al.*, 2013; Báez *et al.*, 2010), aunque también ayuda a mermar el efecto de plagas aéreas (Álvarez, 2012). En la actualidad el uso de los portainjertos ha aumentado debido a una alta eficiencia de inocuidad con el fin de proteger el medio ambiente, haciendo que el uso de los agroquímicos contra plagas y enfermedades se reduzca considerablemente (Lee y Oda, 2003). Por lo anterior y debido a los beneficios que se derivan de injertar las plantas de hortalizas se planteó como objetivo evaluar el efecto de tres portainjertos sobre cuatro variedades de pimiento morrón cultivados en suelo e invernadero de mediana tecnología.

2.1. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de los portainjertos sobre el rendimiento y calidad de fruto de cuatro variedades de pimiento morrón.
- Evaluar el comportamiento agronómico y desarrollo de las variedades injertadas.

Hipótesis

Al menos una de las variedades injertadas generará mayor rendimiento y calidad de fruto.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Importancia del cultivo del pimiento a nivel mundial

La producción mundial de pimiento morrón se encuentra concentrada en 5 países en el mundo, en primer lugar, se encuentra china con un promedio de producción del 49%, México con un 8%, Turquía con un 7%, España con 4%, EUA con 4% y el resto del mundo ocupan alrededor de 25%. México ocupa el segundo lugar en producción de chiles con un volumen promedio de 2, 732,635 toneladas (FAO, 2017).

En el marco del mercado global de pimientos, China es el primer productor mundial. Sin embargo, México, España y Holanda tronzaron en 2016 el 63% del volumen total de las exportaciones de pimientos en el mundo. Mientras que en China e India la estrategia de producción se basa en el volumen y bajos precios, Holanda basa su estrategia de producción y exportación un producto de alta calidad y de un producto fresco durante los meses invernales. Además, estos países cuentan con tecnologías avanzadas de procesamiento (Mulderij, 2017).

3.2. Importancia económica del pimiento morrón en México

México participa a nivel mundial como productor y exportador de pimiento morrón. Se ubica como uno de los principales países productores. Para la economía agrícola del país, el sector de las hortalizas presenta una gran importancia por su contribución en la generación de empleo en el campo. Cultivándose principalmente tomate, pimiento y pepino donde los productores de pimiento se encuentran entre los estándares de competencia en los mercados internacionales (SAGARPA, 2017)

El cultivo de las hortalizas en México es de suma importancia, contribuye de forma importante en la economía del país. En 2017 en México se sembraron 7680 hectáreas de pimiento morrón, de las cuales 4000 se produjeron bajo algún tipo de cubierta, con un volumen de producción de 610,000 t, con valor comercial de 6,675 millones de pesos, cifras que a nivel

mundial lo llevan a ocupar el segundo lugar en volumen de producción solo por debajo de China, además se ubica en el primer lugar en exportaciones, y se prevé un crecimiento potencial anual de 9%, (SIAP-SAGARPA, 2018). Aunque los rendimientos medios por hectárea que reporta SAGARPA son de 80 t considerados bajos, comparados con rendimientos experimentales que pueden alcanzar de 260 t y hasta 300 t en invernaderos de alta tecnología.

3.3. Origen

El pimiento es originario de América del sur, principalmente de la zona de Perú y Bolivia, sin embargo algunos otros le atribuyen a México ser origen del genero *Capsicum*, y además de este también se domesticaron especies como *baccatum*, *chínense*, *frutescens* y *pubescens*, siendo la especie *annuum* y *chinense* las más explotadas por el gran contenido de vitaminas y antioxidantes que poseen (Valverde, 1993). Tras el descubrimiento de América fue introducido en el viejo mundo por Cristóbal colon en el año 1493. En el siglo XVI ya se había sido extendido su cultivo en España, desde ese entonces el cultivo de pimiento fue difundido en toda Europa (vallespir, 2012).

3.4. Clasificación taxonómica y descripción botánica

Clasificación taxonómica.

- Reino: Vegetal
- Sub-reino: Embriobionta
- División: Magnoliophyta
- Subdivisión: Magnoliopsida
- Clase de las dicotiledóneas (semillas que poseen un embrión con dos cotiledones)
- Subclase metaclamideas, (flores con doble perianto y estambres insertados a ella)
- Orden tubliforas (gamopétalas, tienen sus pétalos pegados a la base)
- Familia de las solanáceas
- Género: *Capsicum*

- Especie: *Annum*

(Mármol, 2010)

3.5. Descripción botánica

De acuerdo a las propiedades biológicas, el pimiento es una planta perenne, pero se cultiva como si fuese anual (Pérez *et al.*, 1997). Mientras tanto Zapata *et al.*, (1992) hacen la siguiente descripción botánica sobre el pimiento morrón.

- 3.5.1. **Sistema radicular.** Pivotal y profundo (dependiendo de la profundidad y textura del suelo) puede llegar de 70 a 120 cm, con numerosas raíces adventicias.
- 3.5.2. **Tallo.** Crecimiento limitado dependiendo de la variedad y erecto, tiende a formar de 2 a 3 ramificaciones en forma de cruz, luego continúa creciendo de forma dicotómica hasta el fin de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente).
- 3.5.3. **Hojas.** posee hojas enteras y lanceoladas, con un ápice muy pronunciado/formado (acuminado) y un peciolo largo y poco aparente.
- 3.5.4. **Flor.** Aparecen de forma solitaria hermafrodita por cada nudo del tallo insertadas en las axilas de las hojas, son pequeñas y poseen una corola blanca.
- 3.5.5. **Fruto.** Es una baya hueca con 2 a 4 lóculos, semicartilaginosa y de diferentes colores (verde, amarillo, naranja, rojo). En algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando.
- 3.5.6. **Semillas.** se encuentran insertadas en una placenta cónica de disposición central son redondas y ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y una longitud variable de 3 a 5 mm.

3.6. Requerimientos edafológicos y climáticos

3.6.1. Suelo

De acuerdo a la información que presenta el autor, el pimiento requiere suelos franco-arenosos, profundos, con un contenido de materia orgánica de un 3 a 4% y sobre todo muy bien drenados. Con un pH óptimo para el cultivo de 5.8 a 6.8, aunque puede tolerar un pH de 5.5 (Bolaños., 1998).

3.6.2. Temperatura.

Temperaturas críticas para el pimiento en las diferentes etapas de su desarrollo vegetativo.

- **Germinación:** con una óptima de 20 a 25 °C y una máxima de 40 °C
- **Crecimiento vegetativo:** temperatura optima de 20 a 25 °C durante el día mientras que por la noche oscila entre 16 y 18 °C, con una mínima de 15 °C y una máxima de 32 °C.
- **Floración y fructificación:** temperatura optima de 26 a 28 °C durante el día mientras que por la noche oscila entre 8 y 20 °C, con una mínima de 18 °C y una máxima de 32 °C.

3.6.3. Humedad relativa

En periodo de crecimiento admite HR superior a 70%. Pero en periodo de floración y cuajado, la humedad relativa óptima está entre el 60 y 80% con humedad superior se corre el riesgo de padecer enfermedades criptogámicas y problemas en la fecundación. Si la HR es baja produce frutos asurados comúnmente llamados “asoleados”. Cuando la humedad es baja y la temperatura alta se origina caída de flores y de frutos recién cuajados (SAGARPA, 2018).

3.6.4. Luminosidad

Es una especie poco exigente en el fotoperiodo, siempre que la intensidad de la luz sea alta, requiere como mínimo 3000 lux. Es exigente en la intensidad de la luz, sobre todo en el periodo de floración y admite

temperaturas más altas cuando aumenta la luminosidad. Si se tiene poca luz se tiene entrenudos largos, tallos débiles, y se tiene una floración menor a lo normal (Del Castillo *et al.*, 2004)

3.7. Requerimientos hídricos de la planta

De acuerdo con datos de la FAO en 2018, los requisitos totales de agua en el pimiento fluctúan entre 600 a 900 mm y hasta 1250 mm por ciclo, para variedades con largos períodos de crecimiento y cosecha escalonada, sin embargo estas necesidades varían en función de la edad de la planta y el componente agroclimático que le acompaña (FAO, 2017).

3.8. Necesidades nutrimentales del pimiento morrón

El pimiento es una planta con alta demanda de nutrientes y se debe comenzar con una buena fertilización basal. Las cantidades de fertilizantes variarán significativamente en función factores como disponibilidad de nutrientes en el suelo, calidad del agua de riego, tipo de suelo y clima. La absorción de nitrato, amonio, fósforo, potasio, calcio y magnesio, depende del estado de desarrollo de la planta. La aplicación de fertilizantes debe programarse de acuerdo con etapas fisiológicas específicas de la planta para maximizar la absorción de nutrientes (Marti y Mills, 1991).

Respecto a los nutrientes (Nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y Magnesio), la máxima demanda de fósforo en pimiento coincide con la aparición de las primeras flores y con el período de maduración de las semillas. La absorción de potasio es determinante sobre la precocidad, coloración y calidad de los frutos, aumentando progresivamente hasta la floración y equilibrándose posteriormente. Para un buen crecimiento y desarrollo del pimiento morrón, el rango de suficiencia de potasio, se sitúa de 3.5 y 4.5% (Mills y Jones, 1991). El pimiento también es muy exigente en cuanto a la nutrición con magnesio, aumentando su absorción durante la maduración. Respecto al calcio, la deficiencia de este nutriente durante el desarrollo del fruto produce una alteración causando la “Necrosis Apical” o BER (Blossom-End-Rot), esto se ve acentuado con el aumento rápido de la

temperatura, salinidad elevada, y el estrés hídrico. Todos son factores que favorecen en gran medida la aparición de esta fisiopatía, sin embargo, la sensibilidad a BER varía con el cultivar (Hochmuth y Hochmuth, 2015).

3.9. Importancia de la nutrición

De acuerdo Instituto de la potasa y el fósforo, (1997) (Potash & Phosphate Institute, PPI) se hace mención de algunas características en cuanto a la función que cumplen los elementos en la planta. Entre ellos se destacan:

Macronutrientes

Nitrógeno: Es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de la molécula de la clorofila está involucrado en la fotosíntesis, además es componente de las vitaminas y los sistemas de energía de la planta, es también componente esencial de los aminoácidos, los cuales forman la proteína.

Fósforo: Desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energía, la división y crecimiento celular además ayuda a las raíces y a las plántulas a desarrollarse rápidamente y mejora su resistencia a las bajas temperaturas.

Potasio: Es un macronutriente esencial requerido en grandes cantidades para el normal crecimiento y desarrollo de los cultivos. Algunas de las principales funciones de las plantas donde el potasio está comprometido son: La osmoregulación, la síntesis de los almidones, la activación de enzimas, la síntesis de proteínas, el movimiento estomático y el balance de cargas iónicas (Marschner, 1995).

Calcio: Estimula el desarrollo de las raíces y hojas, forma compuestos que son parte de las paredes celulares. Esto fortalece la estructura de las

plantas, además ayuda a reducir el nitrato en la planta y a neutralizar ácidos orgánicos de la planta. El Ca es un nutriente esencial para las plantas. Como catión divalente, es requerido para las funciones estructurales de la pared celular y las membranas, como un contra-catión de aniones inorgánicos y orgánicos en la vacuola (Mengel y Kirkby, 2001).

Magnesio: Es el átomo central de la molécula de la clorofila, activa gran cantidad de enzimas y ayuda al transporte del fósforo en la planta. Los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas inferiores, las hojas presentan un color amarillento, bronceado o rojizo, mientras que en las venas de las hojas se mantienen verdes. El papel más conocido del magnesio (Mg) en las plantas es su presencia en el centro de la molécula de clorofila y por esto es esencial para la fotosíntesis, también está involucrado en el metabolismo de proteínas (Marschner, 1995).

Azufre: Promueve la nodulación en las leguminosas, ayuda a la producción de semillas, es necesario en la formación de clorofila y forma parte de muchas coenzimas, por lo que es importante en el metabolismo de la planta, y la ayuda a soportar condiciones de estrés.

Micronutrientes

Son tan importantes para las plantas como los nutrientes primarios y secundarios a pesar de que la planta los requiere solamente en cantidades muy pequeñas. En este apartado se incluyen: el Hierro, que es esencial en la síntesis de clorofila y participa en las reacciones oxidoreducción (redox); el Zinc, que es componente de enzimas y de la hormona auxina, regulando el crecimiento; el Cobre, que participa en las reacciones redox, forma parte de varias proteínas y muchas enzimas, algunas de la pared celular; el Boro, transporta los azúcares como también es esencial en la germinación de los granos de polen, participa en la división y elongación celular; y el Manganeso, involucrado también en las reacciones redox y en los cloroplastos.

3.10. El uso de injerto a nivel mundial

El injerto en plantas leñosas fue conocido por los chinos desde 1000 años A.C. Aristóteles en su obra (384 a 322 a.C) trata de los injertos con bastante detalle. Durante la época del imperio romano el injerto era muy popular utilizándose distintos métodos (Camacho y Fernández, 1997).

El injerto en hortalizas se comenzó a realizar en la década de 1920 en Japón y Corea, el primer injerto que se realizó fue en sandía sobre calabaza y el motivo fue combatir la marchitez causada por *Fusarium* (Lee, 1994). En la década de 1960 el empleo del injerto en hortalizas se extendió, al emplearse a nivel comercial en berenjena. Actualmente es común en cultivos de solanáceas y cucurbitáceas como pueden ser berenjena, tomate, pimientos, sandía, pepino y melón (Oda, 1999).

3.11. Importancia derivados al usar injertos en hortalizas

En un principio el propósito de los injertos en los cultivos hortícolas era evadir las enfermedades causadas por patógenos del suelo (Louws *et al.*, 2010) hoy en día también se utiliza para evitar otros problemas de tipo biótico y abiótico. En países como Japón y corea la utilización de este método ha ido en aumento (Sakata *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 2010). En los países europeos, las especies hortícolas, que se han injertado mayormente son solanáceas (tomate, pimiento, berenjena) y cucurbitáceas (melón, sandía y pepino) esto es debido a que tienen una alta demanda por los agricultores debido a los problemas de suelo a los que se enfrentan constantemente y a la buena aptitud y afinidad de los injertos, además de que en la Unión Europea muchos pesticidas están prohibidos (García *et al.*, 2010).

Se ha demostrado que el uso de plantas injertadas para cultivar las hortalizas, como melón, sandía, pepino y tomate incrementa el rendimiento por hectárea, con menores densidades de plantación dando mayor calidad de fruto (Huang *et al.*, 2009).

Inicialmente el propósito de usar plántulas injertadas era para la prevención de enfermedades causadas por fitopatógenos alojados en el suelo, caso específico de la marchitez causada por el patógeno *Fusarium*, minimizando el uso de productos químicos. Sin embargo, los objetivos y los resultados se han ampliado considerablemente, a continuación se enlistan algunos de los beneficios derivados de usar injertos en hortalizas.

- Resistencia a enfermedades en el suelo
- Resistencia a nematodos
- Tolerancia a altas temperaturas
- Tolerancia a bajas temperaturas
- Tolerancia a la salinidad
- Tolerancia a los suelos húmedos
- Incremento en el rendimiento
- Incremento en la calidad del fruto
- Incremento en el vigor de la planta
- Incremento en la absorción de los minerales y de la eficiencia de la fertilización.

(Fuente: Oda, 2002; Lee y Oda, 2003; Hartman y Kester, 1984)

3.12. Beneficios al usar injertos en el cultivo de chiles

La técnica del injerto proporciona ventajas para confrontar el estrés abiótico, reducir las aplicaciones químicas o fertilizantes e incrementar la calidad de los frutos (Colla *et al.*, 2010; Schwarz *et al.*, 2010). Los objetivos que se persiguen son incrementar la productividad de cultivares con frutos de gran calidad, características exigidas por el consumidor debido a su forma o sabor, además se buscan plantas que puedan resistir a *Phytophthora capsici* Sánchez *et al.*, (2015), además los resultados obtenidos indicaron que la combinación variedad/portainjerto Fascinato/Terrano y Janette/Terrano produjeron los más altos rendimientos en fruto, registrándose incrementos del 53.47 % y 49.40 % respectivamente en relación a las mismas variedades sin injertar. Sin embargo Fascinato/Terrano presentó la menor mortandad de

plantas provocada por *P. capsici* (32 %), seguida por Janette/Terrano (36 %); mientras que las variedades Fascinato y Janette sin injertar presentaron la mayor cantidad de plantas muertas (57 % y 53 %, respectivamente), lo que indica que el portainjerto Terrano confirió resistencia a la enfermedad provocada por *P. capsici*.

Los beneficios del uso de portainjertos es contundente, sin embargo debido a la tendencia de mayor uso en la técnica, surge la necesidad de probar los distintos porta injertos que se encuentran en el mercado y los nuevos que se agregan cada año, a fin de encontrar la combinación más adecuada entre porta injerto/variedad que satisfaga los volúmenes de producción que demandan los productores, con los parámetros de calidad que requiere el mercado y la calidad nutricional a los consumidores (Ávila *et al.*, 2012).

3.13. Importancia del injerto en pimiento morrón

En la actualidad no se conocen muchos datos sobre la producción de plantas injertadas de pimiento, pero desde la prohibición del Bromuro de Metilo se han venido realizando diferentes ensayos al respecto. Esto es debido a que el cultivo del pimiento se ve altamente afectado por patógenos del suelo, por lo que el empleo de esta sustancia en plantaciones de pimiento representaba costos muy elevados.

La tendencia de hoy en día en el sector agrícola es reducir la utilización de los agroquímicos sintéticos (Ezziyyani *et al.*, 2005). Por eso mismo la importancia de la utilización de los portainjertos en combinación con las prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades, permiten reducir el uso de los agroquímicos utilizados en la desinfección de los suelos, por esto mismo la técnica de injerto ha sido reconocida en todos los ámbitos agrícolas a nivel mundial, puesto que es una técnica muy eficaz, limpia y cuyo uso implica un nulo impacto ambiental (King *et al.*, 2010).

El objetivo del injerto en pimiento inicialmente tenía como propósito, evitar y reducir la incidencia de enfermedades transmitidas por el suelo, sin embargo, las razones para producir con plantas injertadas se han incrementado de forma drástica y continua en crecimiento (Lee, 1994). En pimiento hay ensayos que estudian la influencia del portainjertos en la producción y resistencia a enfermedades fúngicas vasculares, nematodos o bacterias, sin embargo el uso de injertos puede incrementar tolerancia de las variedades a inundaciones y condiciones salinas, también da más resistencia a toxicidad por metales pesados e incrementa la eficiencia en algunos nutrientes, como el nitrógeno (Liao y Lin, 1996., Ruiz y Romero, 1999).

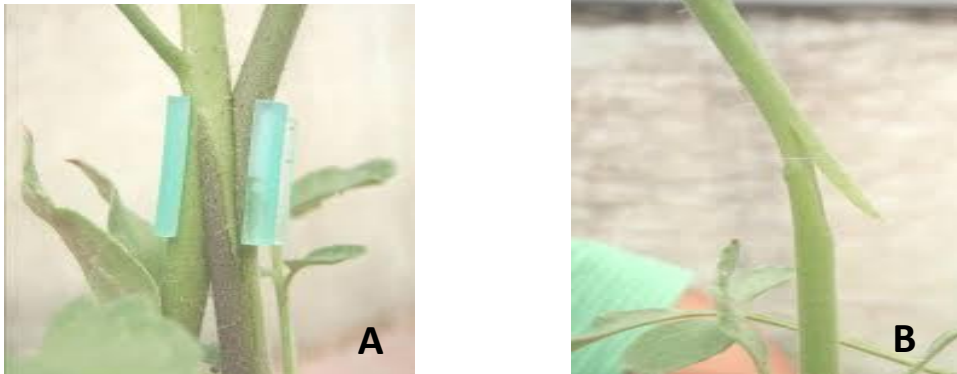
En algunos trabajos como el de, (Martinez Vera, 2013) menciona que al utilizar el portainjerto CM-334 es capaz de conferir resistencia a *Phytophthora capsici* a la planta injertada. Por otro lado, en el artículo (García *et al.*, 2016) menciona que al injertar el cultivar 'Fascinato' con el portainjerto comercial 'Terrano' (F/T) existe una eficiencia del injerto significativamente evidente para el rendimiento de frutos en la que el peso de fruto para la planta fue 2.95 veces mayor con respecto a las plantas no injertadas. Además otros autores sugieren integrar la técnica de injerto en los sistemas de producción hortícola actual, con la finalidad de proponer una agricultura más sostenible.

3.14. Tipos de injertos utilizados en hortalizas

3.14.1. Injerto de aproximación

Los tipos de injertos que se manejan en las hortalizas son tres de mayor importancia y uso, uno de ellos es el injerto de aproximación es uno de los más recomendados debido a que ambos conservan sus raíces durante el proceso de cicatrización tanto el patrón como la variedad, sin embargo, esta técnica es laboriosa y costosa (Oda, 1995) por lo que no es muy recomendada a nivel comercial. La característica que distingue a este método es que se injertan dos plantas independientes entre sí, cada una con su sistema radical (Hartman y Kester, 1984). Es un método muy recurrido

cuando el productor no cuenta con una cámara para la fase postinjerto, aunque es más laborioso que los otros dos métodos. Sobre el portainjerto se realiza un corte en forma de lengua hacia abajo, al injerto se le realiza un corte similar, pero en dirección contraria; es decir, hacia arriba (Fig. 1A). La unión se realiza tratando de hacer coincidir las partes cambiales (Fig. 2B). Cuando la unión está completa, el injerto es cortado por debajo de la unión y la parte aérea del portainjerto se elimina para formar así una sola planta, en ocasiones este proceso se realiza de forma gradual (Bonffelli, 2000).



(fig. 1)

3.14.2. Injerto de púa o hendidura

Las plantas de portainjerto son decapitadas, y cortadas longitudinalmente, se realiza un corte hacia abajo por el centro del tallo del portainjerto con una longitud de 1 a 1.5 cm (Fig. 2A). Al injerto se le realiza un corte de forma de cuña de 1 a 1.5 cm de largo, procurando que la planta injertada tenga dos hojas (Fig. 2B). El injerto se inserta en el portainjerto de modo que las partes de las superficies cortadas queden en contacto (Fig. 2C) (Oda, 1995).

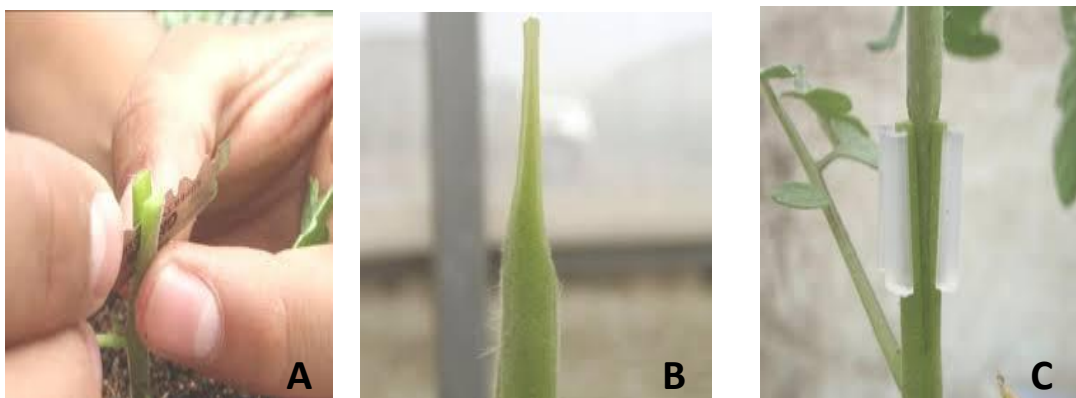


Figura 2. El injerto de púa o hendidura en tomate A, B, C.

3.14.3. Injerto de empalme

Este es uno de los métodos más sencillos y utilizados a nivel comercial en hortalizas debido a la rapidez y sencillez con que se realizan, considerado el número de plantas necesarias para una hectárea. El diámetro de tallo recomendado para este método es 1.5 a 2.0 mm, que se alcanza entre 25 y 26 días después de la siembra, dependiendo del material. El portainjerto e injerto deben tener el mismo diámetro, para facilitar el prendimiento se realiza en corte inclinado en 45 °, en el portainjerto puede realizarse por arriba o por debajo de los cotiledones (Fig. 3A), de preferencia el corte debe realizarse de un solo movimiento con navajas filosas para obtener un corte limpio (Hertman y Kester, 1984). Las superficies cortadas se colocan juntas procurando poner en contacto a las regiones del cambium, por eso es necesaria la homogenización del diámetro de los tallos (Fig. 3C). Cuando el tallo de uno de los materiales es considerablemente más grueso o delgado, las zonas del cambium no quedan alineadas, por lo tanto, se reduce el prendimiento. El portainjerto/injerto se une con pinzas especiales de silicón para agilizar el trabajo y mejorar el porcentaje de prendimiento (Hertman y Kester, 1984).

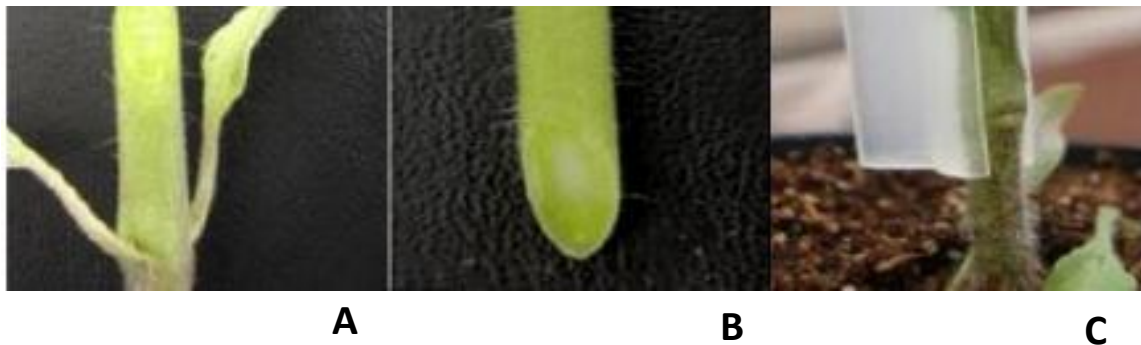


Figura 3.

3.15. Factores que influyen en la unión del injerto

3.15.1. Temperatura: Tiene efecto en la formación del tejido del tallo. La consolidación del injerto requiere una determinada temperatura que oscila entre los 15 y 30°C siendo la óptima entre 22 y 25° C. Las temperaturas superiores a 30°C aceleran la unión, pero su consolidación es muy deficiente y puede malograrse en el campo, además de que es propicia para la proliferación de enfermedades, tampoco se debe de bajar de una mínima de 15°C (Hartmann y Kester, 1991).

3.15.2. Humedad: Es importante cuando se está formando el tallo para que no se deseque la superficie de los cortes realizados, y la cicatrización sea buena. La presencia de una película de agua sobre la superficie de encañamiento es más estimulante para la cicatrización que mantener al 100% la humedad relativa. Las células muy turgentes son capaces de dar un callo abundante que aquellas que están en condiciones de marchitez, la humedad debe estar entre 80 y 90% siempre elevada, pues en caso contrario la cicatrización es reducida (Hartmann y Kester, 1991).

3.15.3. Zona de contacto: A mayor superficie de contacto entre el patrón e injerto más facilidad es el ensamblaje, aunque la formación de callo será un poco más lenta. Los cortes de 1 a 1.5 cm son los más idóneos. Una reducida superficie de contacto puede producir el colapso de la planta injertada, aunque la cicatrización haya sido buena, debido a la falta de movilidad de

agua, este efecto se notara cuando la planta tenga un desarrollo importante (Hartmann y Kester, 1991).

3.15.4. Compatibilidad: Tanto patrón y variedad a injertar deben de ser completamente compatibles, debido a que especies o variedades incompatibles acarrearán problemas en la unión y formación de los callos para la cicatrización, y los tallos deberán ser de similar grosor, como ya se mencionó anteriormente (Hartmann y Kester, 1991).

3.15.5. Oxígeno: Para la producción del tejido del callo es necesaria la presencia de oxígeno en la zona de unión, debido a que en la zona de unión hay un gran número de células en división y crecimiento que va acompañado de una respiración elevada. Para algunas plantas puede bastar una tasa de oxígeno menor que la presente en el aire, pero para otras es conveniente que la ligadura del injerto permita el acceso del oxígeno a la zona de la unión (Hartmann y Kester, 1991).

3.15.6. Actividad de crecimiento del patrón: La actividad cambial se debe al estímulo de auxinas y giberelinas producidas por las yemas en crecimiento, por lo que la actividad y balance hormonal juega un papel importante. Si el patrón está en fase de reposo o crecimiento lento es más difícil la producción de cambium en el injerto, cuando el patrón esta hiperactivo (presión excesiva de las raíces) o hipoactivo, debe dejarse algún órgano por encima del injerto, que actúa de sumidero (Hartmann y Kester, 1991).

3.15.7. Técnicas de injerto: Si se pone en contacto sólo una reducida porción de las regiones cambiales del patrón y de la variedad, la unión será deficiente. Aunque haya una buena cicatrización y comience el crecimiento de la variedad, cuando éste alcance un desarrollo importante, una unión tan escasa impedirá el movimiento suficiente del agua y se producirá el colapso de la planta injertada (Hartmann y Kester, 1991). La elección de la correcta

técnica de injerto es muy importante a la hora de aumentar el éxito en la unión.

3.15.8. Contaminación con patógenos: En ocasiones entran en las heridas, producidas al injertar, bacterias y hongos que causan la pérdida del injerto, patógenos que se ven favorecidos por los cambios en la temperatura y humedad relativa en la cámara de prendimiento (Hartmann y Kester, 1991). Para prevenir estas infecciones, el uso de agua limpia y manos limpias, es uno de los secretos del injerto (Suzuki, 1972). El control químico de las infecciones también estimula la cicatrización de las uniones.

3.16. Tipos de injertos para pimiento morrón

En pimiento, en la actualidad se le aplican dos tipos de injertos, de empalme y de púa, aunque el de empalme es el más utilizado (Gongora, 2012). Las operaciones de injerto son para cada uno de dichos injertos las siguientes:

3.16.1. Injerto de empalme

Se cortan todos los brotes del patrón de una misma altura, es decir, por debajo o por encima de las hojas cotiledonales, a 2.5 ó 3 cm de altura desde la base del tallo, con un ángulo aproximado de 45°, el objetivo es aumentar la superficie de contacto y facilitar la cicatrización y con una hendidura de hasta una profundidad de 1,5 cm. Hay que tener en cuenta que si el tallo del patrón queda a poca altura del suelo existe la posibilidad de enraizamiento de la variedad injertada o contaminación con agentes fitopatógenos. A continuación, se cortan las plantas de la variedad a injertar, por lo menos con 2 a 3 hojas verdaderas, por encima o por debajo de las hojas de los cotiledones, dejando 1.5 a 2 cm de tallo y con ángulo de 45°C similar al corte del portainjerto y una hendidura similar al patrón, después se unen con clip de silicón de diámetro definido.

3.16.2. Injerto de púa

Se siembra el portainjertos en bandeja unos 4 a 5 días antes de la variedad a injertar para que adquiera suficiente grosor y facilite el ensamblamiento de la púa. Se decapita el patrón cuando este tenga entre 3 y 4 hojas verdaderas y se hace una hendidura en el centro hacia abajo, de 1 a 1.5 cm de profundidad. A continuación, se coloca un tubo de polietileno transparente específico para cubrir la citada hendidura. En la variedad a injertar el brote se corta y se hace una incisión en bisel a 1.5 cm por debajo de la 2ª o 3ª hoja para que ensamble lo mejor posible. Se inserta la púa en la incisión por el interior del tubo transparente para que quede bien sujeto al injerto. Al igual que el anterior injerto se llevan las plantas recién injertadas a la cámara de cicatrización.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

El material genético utilizado como portainjerto fue, Foundation F1 de Rijk Zwam, Yaocali F1 de Enza Zaden y CLX-PTX991 F1 (Ultron) de Harris Moran y los híbridos injertados fueron el pimiento Lambourghini F1 y Bambuca F1 de Rijk Zwam, Dicaprio F1 de Enza Zaden, los tres de color amarillo tipo blocky y el Ucumari F1 de Enza Zaden pimiento de color naranja tipo blocky. La evaluación agronómica se realizó en las instalaciones del invernadero de mediana tecnología del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila (ubicada a 25° 21' 24'' N y 101° 02' 05'' O, a 1762 msnm, con precipitación media de 400 mm y una temperatura media anual de 12-18 °C, con un clima BS₀ k(x') (e) (carta de climas No. 14R-VII, 1970), donde las condiciones de temperatura dentro del invernadero fueron de 16 a 32°C, la humedad relativa de 60 a 90%.

4.1. Características de los portainjertos y variedades

4.1.2. Portainjertos

Foundation RZ F1 (52-03) de Rijk Zwam

- Es un portainjerto de primera generación, con resistencia a Virus Tm0.
- Adecuado para uso en primavera y verano y para ciclos invernales.
- Buena tolerancia al frío y una fuerte masa radicular.
- Resistencia a nematodos, hongos de raíz y cuello (Damping Off).
- Resistencias: PVY 0,1/Tm0 y Pc/Ma/Mi/Mj.

Yaocali de Enza Zaden

- Portainjerto con alto vigor, de fácil balance, ideal para cultivos en suelo.
- Su resistencia y vigor son ideales para mantener una producción constante, conservar tamaño y calidad de fruta a lo largo del ciclo de producción.
- Ideal para cultivos a tres tallos, debido a la fortaleza de su sistema radicular que presenta buena tolerancia a *Phytophthora* y salinidad.
- Es una excelente opción para producción orgánica.
- Resistencias: RA: Tm: 0-3.

ULTRON CLX-PTX991 F1 de Harris Moran

- Descripción no disponible.

4.1.3. Variedades.

Lamborghini Rijk Zwam.

- Descripción no disponible.

Dicaprio de Enza Zaden

- Puede ser cultivado en malla sombra o invernadero, sus frutos son de gran tamaño (L y XL) de buen color amarillo y tolerantes al cracking.
- Fruta: Alto porcentaje de 4 lóbulos de gran uniformidad donde predominan los tamaños L y XL, de paredes gruesas y firmes con alta calidad.
- Planta: Vigorosa, se adapta bien a sistemas de producción de tipo holandés y español.

- Resistencias: RA: Tm: 0-3. I RM: TSWV: 0.

Bambuca RZ F1 (35-240) de Rijk Zwam

- Planta de porte alto, con muy buen cuerpo y vigor.
- Frutos de color amarillo brillante, el cual se conserva a pesar de las condiciones de luz extrema.
- Tamaños son de L a XL, con muy buena forma blocky, buen tamaño de pedúnculo y un cáliz no hundido.
- Tiene muy buena vida de anaquel y es muy tolerante a skin cracking.

Ucumari de Enza Zaden

- Fuerte, de producción continua que puede adaptarse al sistema de manejo holandés o español para malla sombras o invernaderos de media tecnología.
- Tiene una maduración rápida y homogénea. Muy productiva con altos porcentajes de frutos de empaque de calidad superior.
- Fruta: Predomina la forma de 4 lóbulos con alta uniformidad de tamaños grandes de color naranja brillante de muy buena calidad. Sus paredes son bastante firmes proporcionándole una larga vida de anaquel.
- Su capacidad de adaptación a los sistemas holandés y español para casas sombras e invernaderos lo hace una buena opción. Sus frutos de un color brillante e intenso con tamaños XL y L lo favorecen, la firmeza de sus paredes le aportan una larga vida de anaquel.
- Resistencias: RA: Tm: 0-2.
-

4.2. Siembra de material genético y formación de los injertos

Los portainjertos y los híbridos F1 se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades, se usó como sustrato de germinación Peat moss y perlita en proporción 70:30 respectivamente, se sembraron primero los híbridos F1 y tres días después los portainjertos, con el fin de tener adecuada sincronización en el grosor del tallo, que debe ser similar tanto en el portainjerto como la variedad al momento de hacer el injerto. El injerto se realizó 35 días después de haber sembrado el portainjerto, cuando las plantas tenían un grosor de tallo de 2 a 2.4 mm, se realizó este proceso sobre mesas desinfectadas con cloro a 50 ppm, la temperatura ambiente del área de trabajo fue de 22 a 28°C y la humedad relativa de 80 a 90%, el tipo de injerto utilizado fue el de empalme (Johnson *et al.*, 2011), cuyos cortes se realizaron con una navaja cúter nueva y desinfectada con alcohol al 70% después de realizar el corte en cada planta. Se usaron clips de silicón de 2.5 mm para soporte de la unión se los injertos, las plantas injertadas se llevaron a una cámara de prendimiento, con microclima de 22 a 25°C y humedad relativa de 80 a 90%, las primeras 48 horas se mantuvieron en oscuridad para evitar oxidación celular en la zona de corte y favorecer el proceso de cicatrización y prendimiento, los siguientes 6 días (24 h/día) fueron ciclos diurnos-nocturnos normales, debido a que no se tuvieron los medios necesarios para darle las condiciones de radiación que requiera las plantas para continuar con sus funciones metabólicas y fisiológicas sin interrupción, y que el proceso de prendimiento fuera más rápido, pasado los 8 días las plantas injertadas fueron llevadas a invernadero para adaptación y aclimatación, donde la temperatura fue de 18 a 28°C y la humedad relativa de 70 a 90%.

4.3. Establecimiento en campo y manejo del cultivo

El trasplante se realizó 20 días después de realizado el injerto, manteniendo en ellos el clip de silicón de soporte. Se cultivó en suelo en camas elevadas con acolchado plástico de color negro, la distancia entre

plantas fue de 30 cm a doble tallo cada una, a doble hilera por cama, la distancia entre surcos fue de 1.80 m, dando como resultado una densidad de plantación calculada de 36,000 plantas por hectárea. Se realizó en el ciclo Primavera-Verano de 2017, bajo un arreglo experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones, cada unidad experimental con 8 tallos útiles con competencia completa. El manejo del cultivo se realizó bajo los procesos estándar del cultivo, la solución nutritiva utilizada fue la propuesta por Steiner (1966) utilizando riego localizado, la solución nutritiva fue suministrada de la siguiente manera; fue de 50% al inicio del cultivo, 75 % a los 30 días después del trasplante, hasta 100% una vez iniciada la floración y fructificación hasta el término del ciclo, se utilizó drenaje de solución de 20 %. Para el control de trips y mosca blanca, se realizaron aplicaciones semanales Spirotetramat al 15.3%, Spiromesifen al 23.1 %, Imidacloprid 17% + cylvutrin 12% a razón de 1 ml/L⁻¹ y metomilo 90%, a razón de 1 g/L⁻¹.

4.4. Mediciones de rendimiento de fruto y sus componentes

Los gramos de fruta por planta cosechada (GFP), se estimó pesando todos los frutos de la parcela útil con una balanza digital de precisión SARTORIUS modelo TS 1352Q37 y se dividió entre el número de plantas de dicha parcela, y posteriormente considerando la suma de todas las cosechas realizadas se extrapolaron para determinar el rendimiento total por hectárea (t.ha⁻¹), la primera cosecha fue a los 90 días después del trasplante y se cosecharon los frutos que presentaban una coloración superior al 60%. Después de pesar los frutos se contaba el número de frutos (NFP) que se cosecharon por parcela útil, considerando cada cosecha y sumando el acumulado total. El peso promedio de fruto (PPF), se calculó dividiendo el peso total de frutos por parcela útil entre número total de frutos de dicha parcela, mientras que el diámetro ecuatorial, longitud de fruto y grosor del mesocarpio del fruto (DEF, LF y GM) fue estimado tomando al azar ocho frutos por parcela y se realizó tres en tres cosechas con intervalos de 21 días

entre estas, se utilizó para ello un vernier digital marca Autotec y se expresó en mm. En cuanto a la altura de la planta, largo de la hoja y ancho de la hoja (ALTP, LH, AH) fue estimado mediante una cinta métrica expresado en cm.

4.5. Mediciones de calidad de fruto

Para estimar el contenido de sólidos solubles totales (SST) se utilizó un refractómetro Atago N-1E[®] que se expresada en (°Brix). La firmeza del fruto se determinó con un penetrometro Fruit Pressure Tester modelo FT-327 de 13 kg con una puntilla de 3 mm. El contenido de vitamina C en fruto, se determinó de acuerdo a la metodología oficial de la AOAC (2000), método de titulación con 2,6 Dicloroindofenol-reactivo de Tihelmann expresado en miligramos de vitamina C por cada 100 gramos de peso fresco de fruto (mg 100g⁻¹).

4.6. Análisis estadístico

El experimento se condujo en suelo en camas elevadas, los portainjertos utilizados fueron Foundation F1, Yaocali F1 y CLX-PTX991 F1 y los respectivos híbridos sin injertar que corresponden al primer factor (Factor portainjertos), y los híbridos injertados sobre los portainjertos fueron Lambourgini F1, Bambuca F1, Dicaprio F1, Ucumari F1, que completan el segundo factor (Factor híbridos), establecidos bajo un arreglo experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones, cuyo análisis estadístico (ANOVA $P \leq 0.01$) fue factorial de 4*4. El cual se realizó con el programa SAS versión 9.1, la con comparación de medias fue por Tukey ($P \leq 0.05$).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para rendimiento y componentes de rendimiento (Cuadro 1) muestra diferencia significativa entre portainjertos, en las variables de peso promedio de fruto y longitud de fruto. Así mismo se encontraron diferencias significativa entre variedades para la mayoría de las variables con excepción de la variable grosor de mesocarpio. No se observaron interacciones significativas entre portainjerto y variedad.

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento y componentes de rendimiento, evaluados en pimiento morrón cultivado en suelo en invernadero de mediana tecnología.

Fuente de Variación	GL	GFP (g)	NFP	REND t.ha ⁻¹	PPF (g)	LF (mm)	DEF (mm)	GM (mm)
Portainjerto (P)	3	NS	NS	NS	*	**	NS	NS
Variedad (V)	3	**	*	**	**	**	**	NS
Bloque	2	NS	NS	NS	**	NS	**	**
P*V	9	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Error	30							
C.V %		25.79	25.06	25.79	10.76	6.89	7.04	6.79

** , * y NS= altamente significativo, significativo y no significativo respectivamente, C.V.= coeficientes de variación, GL= grados de libertad, GFP= gramos de fruta por planta, NFP= número de frutos por planta, REND= rendimiento, PPF= peso promedio de fruto, LF= longitud de fruto, DEF= diámetro ecuatorial de fruto, GM= grosor del mesocarpio.

El análisis de varianza para comportamiento agronómico y calidad de fruto (Cuadro 2), evaluados en pimiento morrón cultivado en suelo, muestra diferencias significativas entre portainjertos, para las variables; longitud de hoja, ancho de hoja y grosor de tallo. El análisis de varianza también indica

diferencias significativas entre variedades, en la mayoría de las variables estudiadas, a excepción de grosor de tallo y firmeza de fruto. En cuanto a la interacción portainjerto*variedad, solamente se encontró significancia para la variable AH.

Cuadro 2. Análisis de varianza para comportamiento agronómico y calidad de frutos evaluados en pimiento morrón cultivado en suelo e invernadero de mediana tecnología.

Fuente de Variación	GLE	AP (cm)	LH (cm)	AH (cm)	GT (mm)	Vit. C (mg.100g)	SST (°Brix)	FF (kg.cm ⁻²)
Portainjerto (P)	3	NS	**	*	**	NS	NS	NS
Variedad (V)	3	*	**	**	NS	*	**	NS
Bloque	2	*	*	*	**	NS	**	*
P*V	9	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS
Error	30							
C.V %		16.12	6.53	8.33	12.53	16.13	12.2	4.15

** , * Y NS= altamente significativo, significativo y no significativo respectivamente, C.V.= coeficientes de variación, GL= grados de libertad, AP= altura de planta, LH= longitud de hoja, AH= ancho de hoja, GT= grosor de tallo, Vit. C= vitamina C, SST= sólidos solubles totales, FF= firmeza de fruto.

5.1. Rendimiento y componentes de rendimiento por efecto de portainjertos

La comparación de medias para portainjertos (Tukey \leq 0.05) muestra que las variables gramos de fruto cosechado por planta, número de frutos por planta, rendimiento, diámetro ecuatorial de fruto y grosor del mesocarpio, no mostraron diferencias significativas (Cuadro 3), lo que indica que los portainjertos no ejercieron efectos significativos sobre las variedades en dichas variables. Sin embargo, aunque no existieron diferencias significativas, el rendimiento fue superior al utilizar el portainjerto Ultron, ya que supero a los no injertados en 21.5%, y al portainjerto Yaocali en 13.5%, el número de frutos por planta y diámetro ecuatorial de fruto también fue

mejor con el portainjerto Ultron y superó a los no injertados en 13 y 5 % respectivamente.

Cuadro 3. Promedios de rendimiento y componentes de rendimiento de pimiento morrón (Tukey \leq 0.05) para portainjertos

Portainjerto	GFP (g)	NFP	REND. t.ha ⁻¹	DEF (mm)	GM (mm)
Sin injerto	1932.4 a ^{&}	9.91 a	69.56 a	81.91 a	6.39 a
Foundation	1806.1 a	9.31 a	65.02 a	80.99 a	6.45 a
Yaocali	20+90.1 a	9.98 a	75.24 a	82.47 a	6.28 a
Ultron	2380.0 a	11.75 a	85.68 a	86.10 a	6.64 a

&= Letras seguida de la misma letra en las columnas son estadísticamente iguales (Tukey \leq 0.05), GFP= gramos de fruto por planta, NFP= número de frutos por planta, REND= rendimiento, DEF= diámetro ecuatorial, GM= grosor del mesocarpio.

En cuanto a la variable PPF, se encontró diferencia estadística significativa (Figura 1), y se observa que el mejor portainjerto fue Yaocali con 213 g, y superó significativamente al no injertado en 14.5 %, le siguió Ultron con 204 g este resultado también fue similar a lo reportado por Flores *et al.*, (2018) donde al injertar la variedad Fascinato/Terrano hubo un incremento de peso promedio de 18% en comparación de las plantas no injertadas, de la misma manera Coalla *et al.*, (2008) obtuvo pesos de 242.90 g a 240.6 en las variedades Edo/Tresor y Lux/Snokeer respectivamente. En la variable longitud de fruto (LF) que se muestra en la Figura 2, el tratamiento sin portainjerto fue significativamente superior al uso del portainjerto Foundation con 85 mm, y superó al portainjerto Foundation en 10.26 %, le siguió Yaocali, Ultron y Foundation.

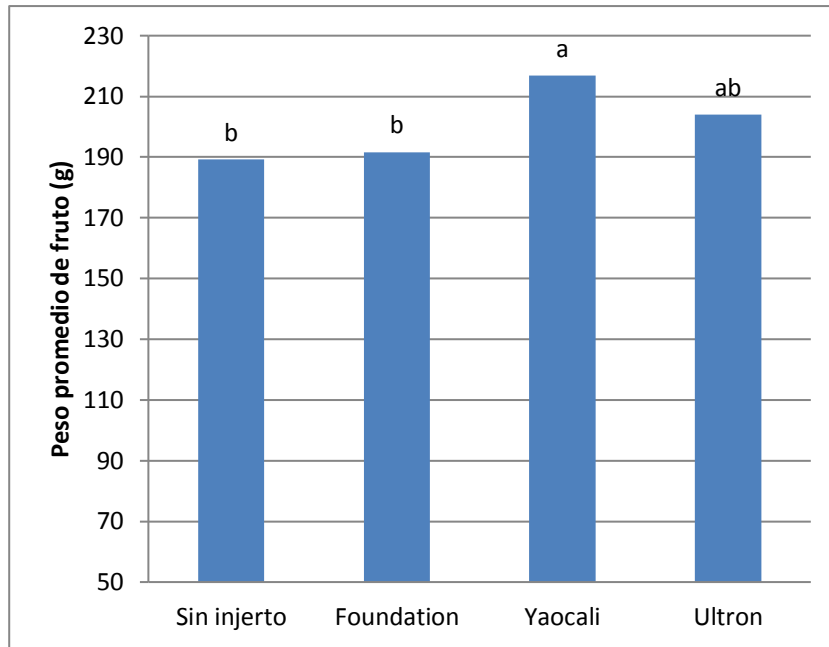


Figura 1. Promedios de peso promedio de fruto (Tukey \leq 0.05) de los portainjertos y las plantas sin injerto.

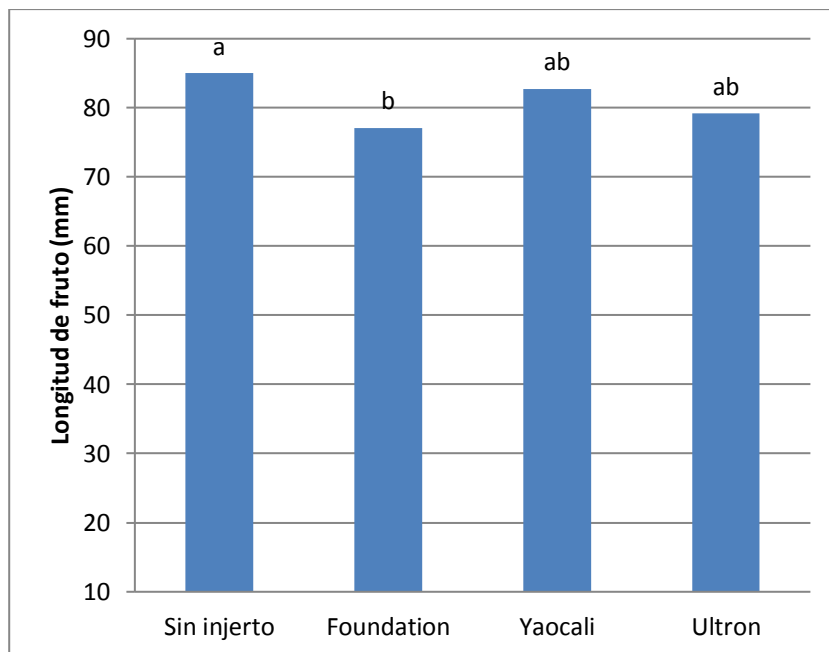


Figura 1. Promedios de longitud de fruto (Tukey \leq 0.05) de los portainjertos y las plantas sin injerto.

5.2. Rendimiento y componentes de rendimiento en variedades

La comparación de medias entre variedades (Tukey \leq 0.05) se muestra en el cuadro 4 en el que se observaron diferencias estadísticas, en las variables gramos por planta, número de frutos por planta y diámetro ecuatorial de fruto se observó un comportamiento similar, en el que las variedades Lambourghini, Dicaprio y Bambuca se encuentran en el mismo grupo estadístico, quedándose la variedad Ucumari por debajo de estos, sin embargo, en la variable gramos por planta destaca Dicaprio con 2503.9 g, superó a Bambuca en 23% y a Ucumari en 66.5%. En cuanto a longitud de fruto destacan Bambuca y Dicaprio con 85.81 y 84.19 mm respectivamente, y superaron a Ucumari y Lambourghini en 10%. La variable grosor de mesocarpio fue estadísticamente similar entre variedades.

Cuadro 4. Promedios de rendimiento y componentes de rendimiento de pimiento morrón (Tukey \leq 0.05) entre variedades.

Variedad	GFP (g)	NFP	LF (mm)	DEF (mm)	GM (mm)
Lambourghini	2181.8 a ^{&}	11.04 a	76.31 b	84.05 a	6.64 a
Dicaprio	2503.9 a	11.58 a	84.19 a	87.20 a	6.45 a
Bambuca	2019.6 ab	10.14 ab	85.81 a	83.20 ab	6.40 a
Ucumari	1503.4 b	8.19 b	77.71 b	77.02 b	6.27 a

&= Letras seguida de la misma letra en las columnas son estadísticamente iguales (Tukey \leq 0.05) GFP= gramos de fruto por planta, NFP= número de frutos por planta, LF= longitud de fruto, DEF= diámetro ecuatorial, GM= grosor del mesocarpio.

Los promedios de la variable Rendimiento (t.ha⁻¹) entre variedades, se muestran en la Figura 3. En el cual se observó que la variedad Dicaprio destacó con 90 t.ha⁻¹, y superó a Ucumari en 66%, le siguen Lambourghini y Bambuca con 78.5 y 72.5 t.ha⁻¹ respectivamente. Mientras que los promedios de la variable peso promedio de fruto (Figura 4), indican que la variedad Dicaprio fue la mejor con 225.9 g, ya que superó a Lambourghini en 15.7% y a Ucumari en 26.3%.

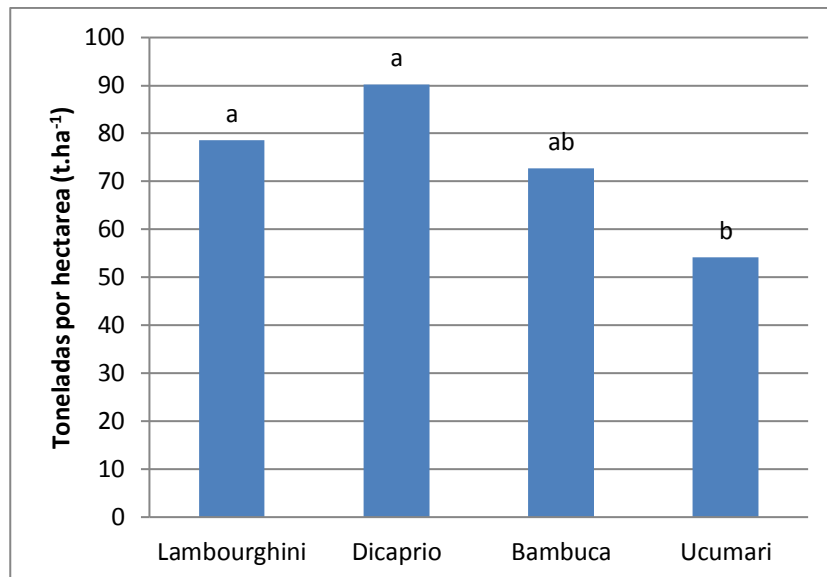


Figura 2. Promedios de toneladas por hectárea (Tukey \leq 0.05) de las variedades.

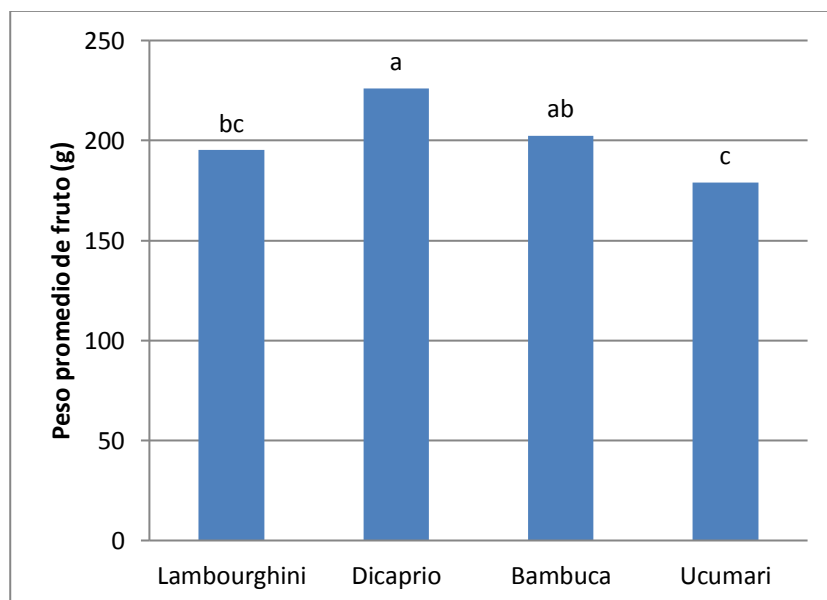


Figura 3. Promedios de peso promedio de fruto (Tukey \leq 0.05) de las variedades.

5.3. Comportamiento agronómico y calidad de fruto entre portainjertos

La comparación de medias entre portainjertos (Tukey \leq 0.05) muestra que en las variables altura de planta, contenido de vitamina C, sólidos solubles totales y firmeza de fruto, no se encontraron diferencias estadísticas significativas (Cuadro 5), lo que indica que los portainjertos no ejercieron efectos significativos sobre las variedades en dichas variables, similar a lo reportado por colla *et al.*, (2010) quienes estudiaron la influencia del portainjerto sobre el rendimiento y calidad de fruto y encontraron que la calidad nutricional de los pimientos injertados (contenido de sólidos solubles totales y acidez titulable) fueron similares en comparación con las plantas injertadas. Mientras que para la variable grosor de tallo los mejores portainjertos fueron Ultron y Yaocali con 16.16 y 16.02 mm respectivamente, y superaron a Foundation y a las variedades sin injerto en 23%. Sin embargo, aunque no existió significancia estadística, la mayor altura de planta se encontró con el portainjerto Yaocali y supero a los no injertados en 12%. En cuanto a vitamina C, el mejor portainjerto fue Ultron con 141.62 mg.100 g, y supero a las variedades sin injerto en 6%.

Cuadro 5. Promedios del comportamiento agronómico y calidad de fruto de pimiento morrón (Tukey \leq 0.05) para portainjertos.

Portainjerto	AP (cm)	GT (mm)	Vit. C (mg.100g)	SST (°Brix)	FF (kg.cm ⁻²)
Sin injerto	101.84 a ^{&}	13.88 b	133.40 a	5.90 a	16.20 a
Foundation	97.00 a	12.86 b	127.92 a	5.82 a	16.04 a
Yaocali	114.17 a	16.16 a	129.36 a	5.95 a	16.21 a
Ultron	102.47 a	16.02 a	141.62 a	5.26 a	16.39 a

&= Letras seguida de la misma letra en las columnas son estadísticamente iguales (Tukey \leq 0.05) AP= altura de planta, GT= grosor de tallo principal, Vit. C= vitamina C, SST= sólidos solubles totales, FF= firmeza de fruto.

Los promedios de la variable longitud de hoja en portainjertos, se muestran en la Figura 5. Donde se observó que el portainjerto Yaocali destacó con 17.72 cm, y superó a Foundation en 12.7%, le sigue Ultron con

16.83 cm. Mientras que los promedios de la variable ancho de hoja (Figura 6), indican que de igual forma, el portainjerto Yaocali fue el que presentó el mayor valor con 10.10 cm, ya que superó a Foundation en 9.7% y a los no injertados en 7.3%.

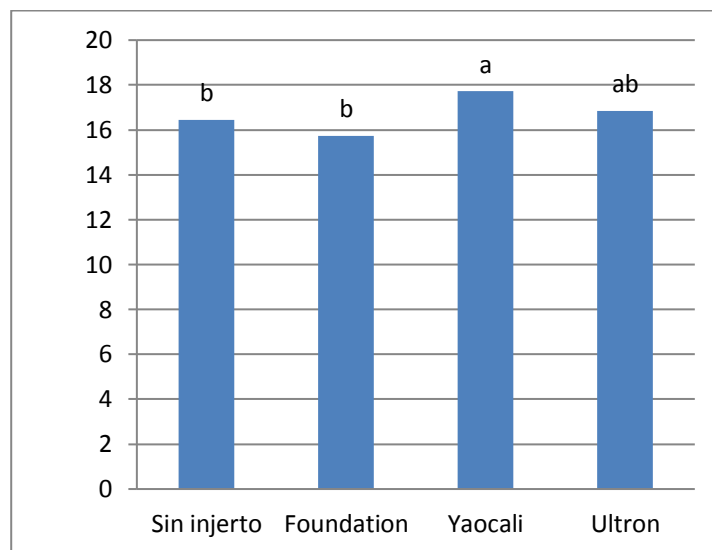


Figura 4 Promedios de longitud de hoja (Tukey \leq 0.05) de los portainjertos y las plantas sin injerto.

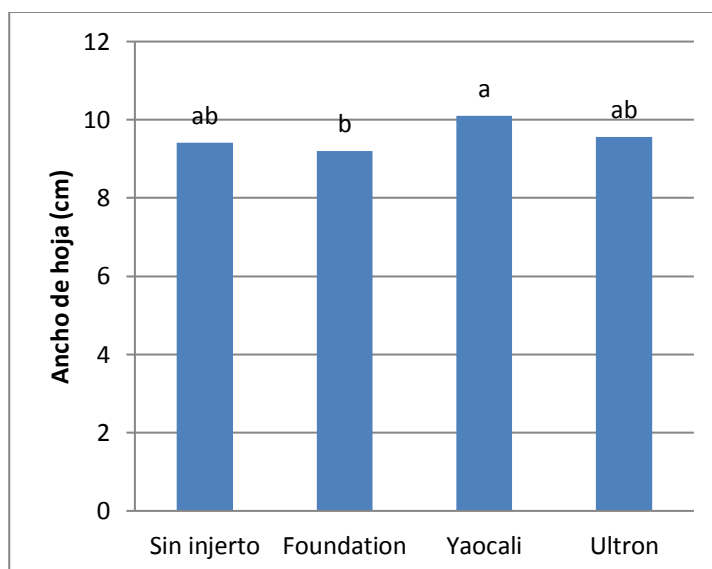


Figura 5. Promedios de ancho de hoja (Tukey \leq 0.05) de los portainjertos y las plantas sin injerto.

5.4. Comportamiento agronómico y calidad de fruto de variedades

La comparación de medias entre variedades (Tukey \leq 0.05) del comportamiento agronómico y calidad de fruto (Cuadro 6), muestra que para la variable altura de planta, las mejores variedades fueron Dicaprio y Bambuca con 116.04 y 106.17 cm respectivamente, y Dicaprio superó a Lambourghini y Ucumari en 20%, en cuanto a longitud y ancho de hoja se observó un comportamiento similar en donde las variedades Lambourghini, Dicaprio y Bambuca se encuentran en el mismo grupo estadístico y destacan por ser de color amarillo, quedándose por debajo de estas la variedad Ucumari que es de color Naranja. En cuanto a grosor de tallo y firmeza de fruto, no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 6. Promedios del comportamiento agronómico y calidad de fruto de pimiento morrón (Tukey \leq 0.05) para variedades.

Variedad	AP (cm)	LH (cm)	AH (cm)	GT (mm)	FF (kg.cm ⁻²)
Lambourghini	97.41 b ^{&}	17.41 a	10.14 a	17.40 a	16.57 a
Dicaprio	116.04 a	16.85 a	9.31 ab	15.56 a	16.11 a
Bambuca	106.17 ab	17.25 a	9.81 ab	15.20 a	15.90 a
Ucumari	95.85 b	15.22 b	9.02 b	13.96 a	16.26 a

&= Letras seguida de la misma letra en las columnas son estadísticamente iguales (Tukey \leq 0.05) AP= altura de planta, LH= longitud de hoja, AH= ancho de hoja, GT= grosor de tallo principal, FF= firmeza de fruto.

Los promedios de la variable vitamina C, entre variedades, se muestran en el Figura 7, en el cual se observó que la variedad Ucumari resulto mejor con 148.83 mg.100g, destaca por ser de color naranja, y superó a Bambuca en 24.19%, le siguen Lambourghini y Dicaprio con 138.45 y 125.18 mg.100g respectivamente. Mientras que los promedios de sólidos solubles totales (Figura 8), señalan que de igual forma la variedad Dicaprio fue superior con

6.91 °Brix, ya que supero a Dicaprio en 40% y a Bambuca en 32.8%. Los resultados descritos señalan que para las variables de calidad de fruto es mejor utilizar variedades de color naranja.

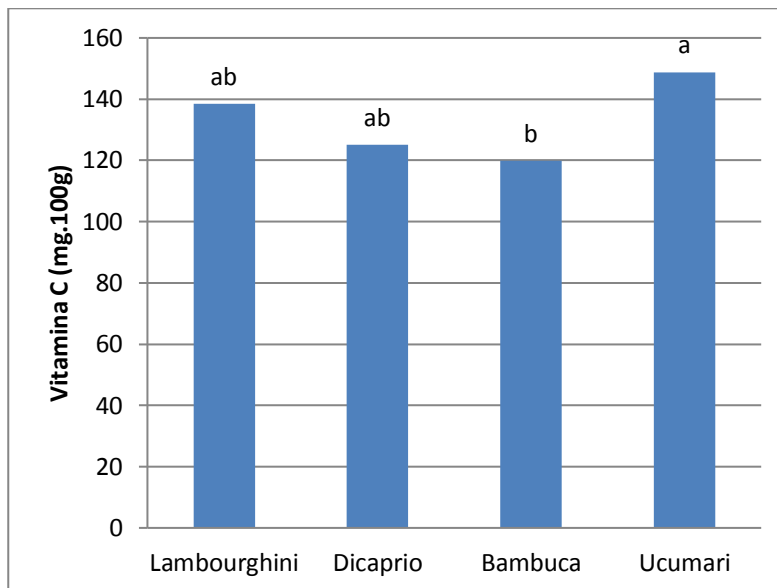


Figura 6. Promedios de vitamina C (Tukey \leq 0.05) entre variedades.

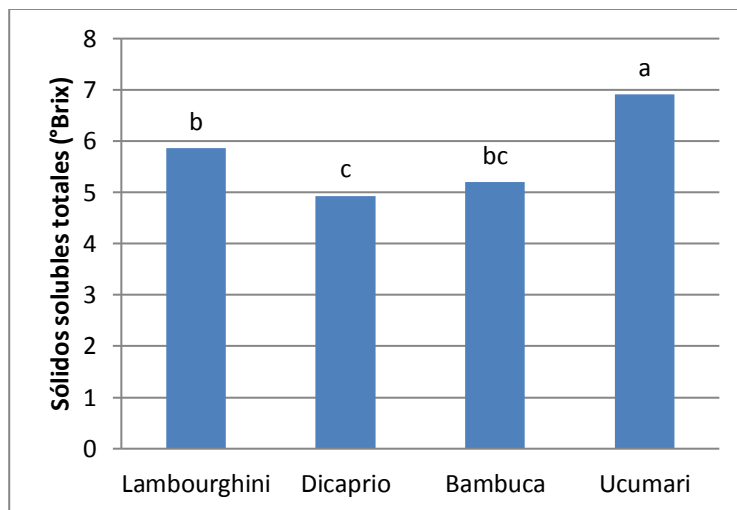


Figura 7. Promedios de sólidos solubles totales (Tukey \leq 0.05) entre variedades.

5.5. Interacción Portainjerto*Injerto

Solo se encontró interacción significativa en la variable de ancho de hoja (Figura 9), siendo la combinación Yaocali/Lambourghini la que tuvo el mayor valor promedio con 10.75 cm, le siguen Foundation/Lambourghini, Ultron/Bambuca, y Ultron/Lambourghini con 10.41, 10.41 y 10.33 cm respectivamente, por lo que se puede aseverar que Lambourghini es una de las variedades más vigorosas y de mejor afinidad y compatibilidad con los portainjertos, sin embargo Bambuca y Ucumari tuvieron comportamientos diferentes en función del portainjerto, por lo tanto se indica que éstas variedades tuvieron un comportamiento diferencial de acuerdo al portainjerto.

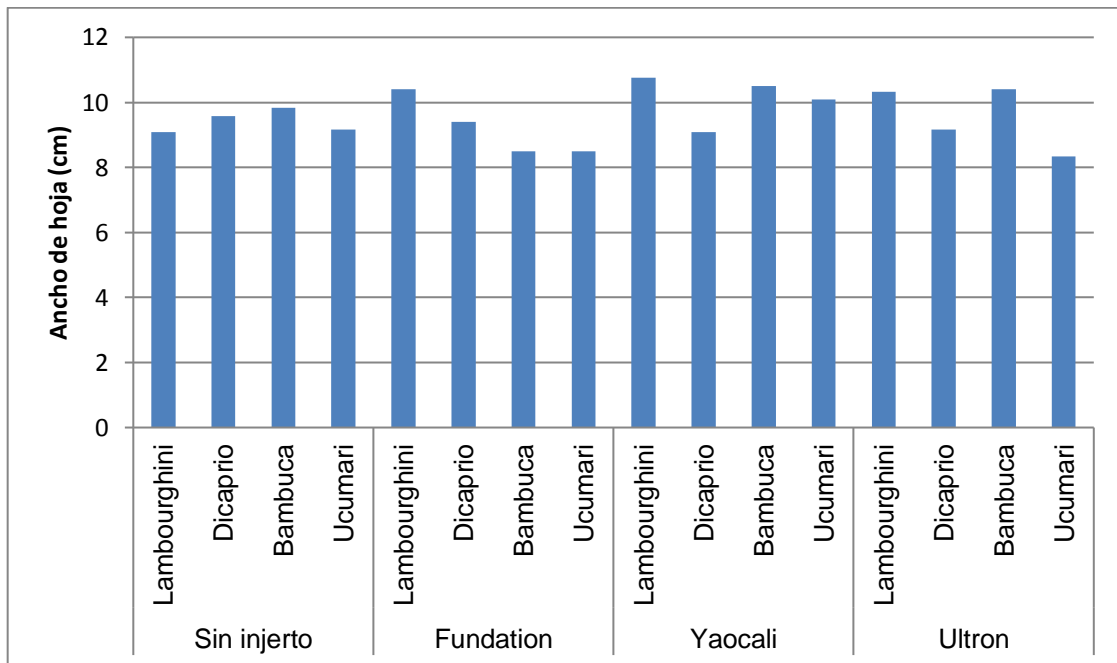


Figura 8. Interacción entre portainjerto/variedad para la variable de ancho de hoja.

6. CONCLUSIONES

En base al comportamiento agronómico de los injertos se puede indicar que la mejor variedad es Dicaprio y Lambourghini, ya que las variables analizadas en el presente trabajo le confieren un mayor precio en el mercado.

- Los portainjertos no tuvieron un efecto significativo sobre las variedades bajo estudio, al ser un suelo sin antecedentes de enfermedades radiculares no fue posible inferir que los portainjertos no exhibieron su tolerancia a problemas del suelo, pero en relación a vigor no hay diferencias significativas.
- Los pimientos de color naranja exhibieron mayores contenidos de vitamina C y sólidos solubles totales por lo tanto es una característica importante que debe de ser considerada, desde el punto de vista de la nutrición.

7. LITERATURA CITADA

- Álvarez, H. J. C. 2012. Comportamiento agronómico e incidencia de enfermedades en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) injertadas. *Acta Agronómica*. 61(2): 117-125.
- Ávila, P. O., Solís J. A., Pavia I. F., Hernández H. G., Corral D. B., Margez J. P., Olivas E. 2012. Injertos en chiles tipo Cayene, jalapeño y chilaca en el noreste de Chihuahua, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3: 739-750.
- Bahar, O. G., Tuzel Y., Tuzel H. I. 2013. Does mycorrhiza improve salinity tolerance in grafted plants. *Scientia Horticulturae*. 149:55-60.
- Bolaños, H. 1998. Introducción a la olericultura. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica.
- Bonffelli, E. 2000 Guía Fotográfica de los Injertos. DE VECCHI. Barcelona, España. 158 p.
- Colla, G., Roupael Y., Cardarelli M., Salerno A., Rea E., 2010. The effectiveness of grafting to improve alkalinity tolerance in watermelon. *Environ. Exp. Bot.* 68:283-291.
- Colla, G., Roupael Y., Leonardi C., Bie Z. 2010. Role of grafting in vegetable crops grown under saline conditions. *Scientia Horticulturae*. 127: 147-155.
- Colla, G, Roupael Y., Cardarelli O., Temperini. E., Rea A., Salerno F., Pierandrei E. 2008. Influence of grafting on yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown under greenhouse conditions. *Acta Horticulturae*. 782:359-364.
- Del Castillo, J A. 2004. Guía del cultivo de pimiento morrón en invernadero, Navarra Agraria. Pág. 9
- Eizziyyani, M., Perez S. C., Requena M. E., Candela M. E., 2005. Efecto del sustrato y la temperatura en el control biológico de *Phytophthora*

capsici en pimiento (*Capsicum annum* L.). Anales de biología. 27:119-126.

Esteban, S., Aminadab T., María A., Pablo P., Márquez Q. C. 2015. Revista Electrónica Nova Scientia. 15(7): 227 - 241.

FAO, 2016. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>. (Fecha de consulta noviembre 21, 2018).

FAO, 2017. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Land & Water: Pepper. <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/pepper/en/> (Fecha de consulta Octubre 12, 2018)

Flores, M. A., Sanchez C. E., Soto P. J. M. 2018. Influencia del portainjerto "Terrano" sobre la acumulación de elementos. Queretaro.

SAGARPA, Secretaria de Agricultura Y Desarrollo Rural, 2018. Condiciones climáticas del cultivo de pimiento morrón, recuperado en mayo de 2019.

García Bañueños, M. I., sanchez Chávez, E., & Gardea-Béjar, A. 2016. cultivares injertado con pimiento morron con uso eficiente de nitrogeno para mejorar la produccion. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 3491-3507.

García, R. M. A., Chiquito A. E., Loeza L. P D., Godoy H. H., Villordo P. E., Pons H. J. L., González C. M. M., Anaya L. J. L. 2010. Producción de chile ancho injertado sobre criollo de Morelos 334 para el control de *Phytophthora capsici*. Agrociencia. 44: 701-709.

Gongora, J. A. 2012. Influencia del injerto del pimiento tipo ramiro en invernadero. Fecha de consulta 01-05-2019. Disponible en www.eeeee.com

- Hartman, H. T., Kester D. E., (1984) Propagación de Plantas. Continental, S.A. de C.V., México. 915 p.
- Hartman, H.T. & Kester D. E., (1991). "Propagación de plantas". Cia. Editorial Continental, México.
- Hochmuth, G. J. & Hochmuth, R. C. (2015). Blossom-End Rot in Bell Pepper: Causes and Prevention. SL 284, one of a series of the Soil and Water Science Department, UF/IFAS Extension. Original publication date March (2009). Reviewed March 2015. <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Huang, Y., Tang, R., Cao, Q., Bie Z. (2009). Improving the fruit yield and quality of cucumber by grafting onto the salt tolerant rootstock under NaCl stress. *Scientia Horticulturae* 122: 26-31
- Instituto de la potasa y el fosforo (Potash & Phosphate Institute, PPI). Manual internacional de fertilidad de suelo, versión en español, Mayo, 1997. Pag.13
- Jovicich, E., Cantliffe, D. J., Vansickle, J. J. 2004. U.S. imports of colored bell peppers and the opportunity for greenhouse production of peppers in Florida. *Acta Horticulturae*. 659: 81–85.
- King, S. R., Davis, A. R., Zhang X., Crosby, K., 2010. Genetics, breeding and selection of rootstock for solanaceae and cucurbitaceae. *Scientia Horticulturae*. 8 (1): 3-7.
- Lee, J. M., Oda M. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. In: *Horticultural Reviews*. John Wiley & Sons. Vol. 28. USA, New York. 478 p.
- Lee, J. M., Oda M. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops: *Horticulturae Review* 28: 61-124.

- Lee, J. M., Kubota, C., Tsao, S. J., Bie, Z., Hoyos-Echeverria, P., Morra, L., and Oda M. 2010. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Sci. Hortic.* 127: 93-105.
- Lee, J. M. (1994). Cultivation of grafted vegetables. Current status, grafting methods, and benefits. *Hort Science: a publication of the American Society for Horticultural Science.* (USA)
- Liao, C.T., Lin, C.H. 1996. Photosynthetic responses of grafted bitter melon seedlings to flood stress. *Environ Exp Bot* 36: 167-172
- Louws, J. F., Rivard, L. C., Kubota, C., 2010. Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds. *Scientia Horticulturae* 127(2) 125-146.
- Mármol J. R. (2010) Cultivo de pimiento dulce en invernadero. Sevilla: Andalucía, consejería de agricultura y pesca. Pg. 27
- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. Second Ed. London. Academic Press. Pg. 889
- Marti, H. R., & Mills, H. A. 1991. Nutrient uptake and yield of sweet pepper as affected by stage of development and N form. *Journal of Plant Nutrition*, 14(11), 1165-1175.
- Martinez, V., 2013. CM-334 como portainjerto de pimiento morrón. México. Recuperado el febrero de 2019
- Martínez, M., Moyano, E., García, J.O., Flores, F. B., Campos, J.F, Alazzawi, M. J., Flowers, T.J, Bolarín, M. C. 2008. The effectiveness of grafting to improve salt tolerance in tomato when an “excluder” genotype is used as scion. *Environmental and Experimental Botany* 63: 392-401.
- Mengel, K. & Kirkby, E. A. 2001. Principles of plant nutrition. 5th Edition. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands. 849 p

- Mills, H. A. & Jones, B. J. 1991. Plant analysis handbook II. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Micro-Macro Pub. Pg. 257
- Mulderij, R. 2017. Overview global pepper market. Julio, 2017. <http://www.freshplaza.com/article/178545/OVERVIEW-GLOBAL-PEPPER-MARKET>.
- Oda, M. 2002. Grafting of vegetable crops. Sci. Rep. Agr. and Biol. Sci. Osaka Pref. Univ. 54:49–72.
- Oda, M. 1999. Grafting of vegetables to improve greenhouse production. Food & Fertilizer Technology Center, Extension Bulletin 480, 1-11.
- Oda, M. 1995. New grafting methods for fruit bearing vegetable sin Japan. Japan Agricultural Research Quarterly. 29: 187-194.
- Oztekin, G., Tüzel, Y., Gül, A., Tüzel, I. H. 2007. Effects of grafting in saline conditions. Acta Horticulturae. 761, 349-355.
- Penella, C., Nebauer S. G.; Lopez G. S., Quiñonez, A., Calatayud A. 2017. Grafting pepper onto tolerant rootstocks: An environmental-friendly technique overcome water and salt stress. Scientia Horticulturae. 226:33-41.
- Pérez, G. M., Márquez, S. F., Peña, L. A. 1997. Mejoramiento genético de hortalizas. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.
- Rouphael, J., Schwarz, D., Krumbein, A., Colla, G. 2010. Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. Scientia Horticulturae. PG. 172-179.
- Ruiz, J. M., Romero, L. (1999). Nitrogen efficiency and metabolism in grafted melon plants. Scientia Horticulturae. 81: Pg. 113-123

- SAGARPA (2017). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación. Recuperado el 2 de octubre de 2018 <http://www.hortoinfo.es/index.php/informes/cultivos/6011-inf-pim-2017>
- Sakata, Y., Ohara, T., Sugiyama, M. 2007. The history and present state of the grafting of cucurbitaceous vegetable in Japan. *Acta Hort.* 731: 159-170.
- Sánchez, C. E., Torres González, A., Flores Córdova, M. A. 2015. Uso de portainjerto sobre el rendimiento, calidad del fruto y resistencia a *Phytophthora*. *Nova Scientia*, 7. Pg. 227-244.
- Schwarz, D., Roupael, Y., Colla, G., Venema, J. H. 2010. Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: thermal stress, stress and organic pollutants. *Scientia Horticulturae*. 127:162-171.
- SIAP-SAGARPA. (2018) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>. (Fecha de consulta Diciembre 20, 2018).
- Suzuki, E. 1972. "Sandía de Yamato". Folleto informativo. Pg.27
- Vallespir, N. A. 2012. El pimiento en el mundo, Pg. 13.
- Zeraim, G. (2011). El cultivo de las variedades de pimiento tipo bloque. Pg. 64-73
- Zhao, X., Ghuo, D.J. Huber, J. 2011. Grafting effects on postharvest ripening and quality of 1-ethylcyclopropenetrated muskmelon fruit. *Sci. Hort.* 130:581-587. doi:10.1016/j.scienta.2011.08.010